

ÉTUDE

DES

**Différences de Potentiel électrique
de contact
de quelques liquides**

THÈSE

présentée et publiquement soutenue devant la Faculté de Médecine de Montpellier

LE 8 AVRIL 1937

PAR

ETIENNE PECH

Né à Codalet (Pyrénées-Orientales), le 29 mai 1911

Diplômé d'Hygiène

Ancien interne des Hôpitaux de Perpignan

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE

**Examineurs
de la Thèse**

MM. CARRIEU, Professeur. *Président.*

J.-L. PECH, professeur.

CRISTOL, professeur.

CARRÈRE, agrégé.

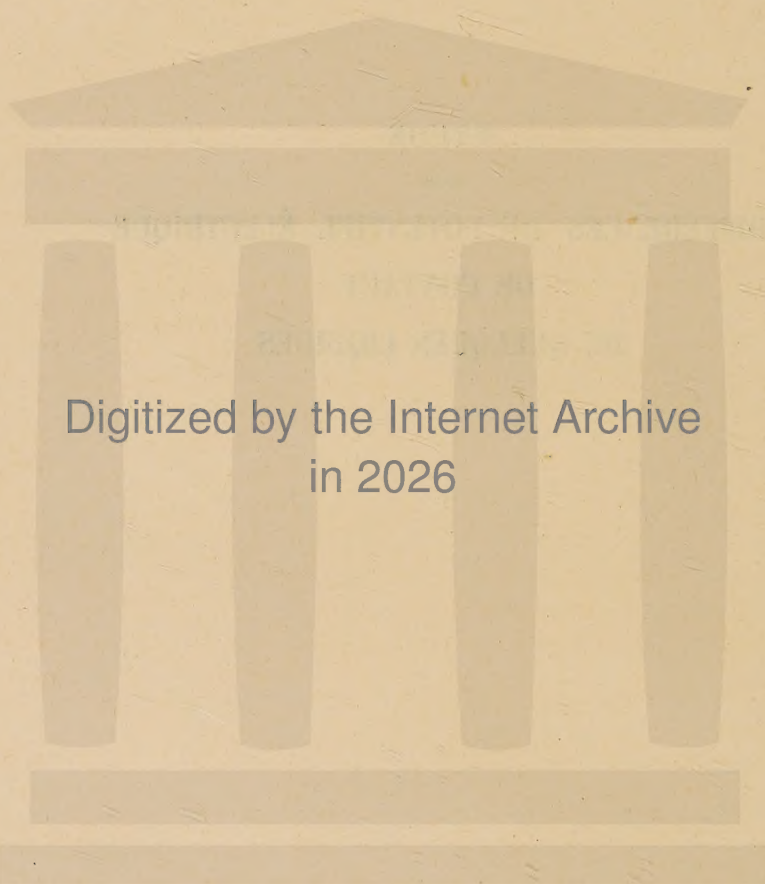
Assesseurs.

MONTPELLIER

IMPRIMERIE CHARLES DEHAN

1937

ETUDE
DES
DIFFÉRENCES DE POTENTIEL ÉLECTRIQUE
DE CONTACT
DE QUELQUES LIQUIDES



Digitized by the Internet Archive
in 2026

ÉTUDE
DES
**Différences de Potentiel électrique
de contact
de quelques liquides**

THÈSE

présentée et publiquement soutenue devant la Faculté de Médecine de Montpellier

LE 8 AVRIL 1937

PAR

ETIENNE PECH

Né à Codalet (Pyrénées-Orientales), le 29 mai 1911

Diplômé d'Hygiène

Ancien interne des Hôpitaux de Perpignan

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE

**Examineurs
de la Thèse**

MM. CARRIEU, Professeur. *Président.*

J.-L. PECH, professeur.

CRISTOL, professeur.

CARRÈRE, agrégé.

Assesseurs.

MONTPELLIER

IMPRIMERIE CHARLES DEHAN

1937

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Professeurs

Anatomie.....	MM. J. DELMAS.
Histologie.....	TURCHINI.
Physiologie.....	L. HEDON.
Chimie biologique et médicale.....	CRISTOL.
Physique médicale.....	PECH.
Anatomie pathologique.....	GRYNFELTT.
Microbiologie.....	LISBONNE.
Pathologie et thérapeutique générales.....	BOSC.
Thérapeutique et Matière médicale.....	BOUDET.
Hydrologie thérapeutique et climatalogie.....	PUECH.
Hygiène.....	CARRIEU.
Médecine légale et médecine sociale.....	GAUSSEL.
Pathologie médic. et clin. propédeutique.....	GIRAUD.
Clinique médicale.....	VIRES. asses.
Clinique chirurgicale.....	RIMBAUD.
Clinique obstétricale.....	MASSABUAU.
Clinique des maladies ment. et nerv.....	RICHE.
Clinique des malad. des enf. et hyg. du 1 ^{er} âge.....	P. DELMAS.
Clinique de dermatosyphiligraphie.....	EUZIERE, <i>doyen</i>
Clinique chirurg. infantile et orthopédie.....	LEENHARDT.
Clinique des maladies des voies urinaires.....	MARGAROT.
Clinique gynécologique.....	ETIENNE.
Clinique ophtalmologique.....	JEANBRAU.
Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....	LAPEYRE.
Matière médicale (<i>ch. de c.</i>).....	VICLARD.
Radiologie.....	TERRACOL.
Anatomie (<i>Ch. de c.</i>).....	CABANNES.
Histologie (<i>Ch. de c.</i>).....	LAMARQUE.
	LAUX.
	GRANEL.

Honorariat

RODET, TÉDENAT, VALLOIS, FORGUE, ESTOR, BERTIN-SANS et GALAVIELLE.

Chargés de Cours complémentaires

Pathologie expérimentale.....	MM. PAGES.
Pathologie externe.....	AIMES.
Médecine opératoire.....	SOUBEIRAN ag. libre.
Accouchements.....	COLL de CARRERA.
Clinique phthisiologique.....	GAUSSEL, prof.
Clinique propédeutique médicale.....	BAUMEL.
Clinique des maladies contagieuses.....	JANBON.
Stomatologie.....	D ^r WATON.

Agrégés en Exercice

Médecine ...	{	MM. BOULET.	Chirurgie....	AIMES.
		PAGES.		MOURGUE-MOLINES
		JANBON.		GUIBAL.
		BAUMEL.	Obstétrique..	ROUX.
		VIDAL.	Bactériologie.	COLL DE CARRERA.
		P. RIMBAUD.	Ophtalmolog.	CARRERE.
				DEJEAN.

Examinateurs de la Thèse

MM. CARRIEU, <i>profess^r.-président.</i>	MM. CRISTOL, <i>professeur.</i>
J.-L. PECH, <i>professeur.</i>	CARRERE, <i>agrégé.</i>

La Faculté de Médecine de Montpellier déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leur auteur ; qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.



A MA FEMME

A MON GRAND-PÈRE, A MA GRAND'MÈRE

A MON PÈRE, A MA MÈRE.

A MES BEAUX-PARENTS.

A MON FRÈRE,
A MA BELLE-SOEUR ET A MON BEAU-FRÈRE.

A M. LE CHANOINE YAQUÉ.

A M. LE PROFESSEUR J.-L. PECH.

A M. LE DOCTEUR L. PECH.

A MES TANTES, A MES ONCLES.

MEIS ET AMICIS.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR M. CARRIEU

Professeur d'Hygiène.

A MON JURY DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR J.-L. PECH

Professeur de Physique médicale.

M. LE PROFESSEUR P. CRISTOL.

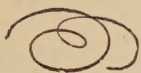
Professeur de Chimie biologique et médicale.

M. LE PROFESSEUR-AGRÉGÉ CARRÈRE.

A MES MAÎTRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

AUX DOCTEURS DE L'HÔPITAL DE PERPIGNAN

ÉTUDE
DES
DIFFÉRENCES DE POTENTIEL ÉLECTRIQUE
DE CONTACT
DE QUELQUES LIQUIDES



AVANT-PROPOS

C'est à M. le professeur J.-L. PECH, que nous devons ce travail. Aussi, tout au début de ce bien modeste ouvrage, nous est-il particulièrement agréable de le remercier très sincèrement de son affectueux dévouement, ainsi que des conseils précieux qu'ils nous a donnés depuis le début de nos études médicales.

Nous sommes également heureux d'exprimer notre profonde gratitude à M. le professeur CARRIEU, qui a bien voulu nous faire l'honneur de présider cette thèse, pour nous avoir si aimablement accueilli dans son laboratoire et pour l'intérêt qu'il n'a cessé de témoigner à notre travail, lequel en a été très facilité.

Nous remercions vivement M. le professeur LISBONNE de la bienveillance avec laquelle il nous a fait part de ses recherches.

Nos remerciements vont aussi à M. le professeur CRISTOL, pour la sympathie qu'il nous a accordée pendant notre séjour à la Faculté.

A M. le professeur agrégé CARRÈRE, nous exprimons notre reconnaissance pour l'enseignement que nous avons reçu de lui.

INTRODUCTION

Après les travaux de M. le professeur J.-L. PECH sur les Variations de la nutrition des cellules végétales suivant leur état électrique par rapport au milieu extérieur, nous avons été amené à étudier les différences de potentiel électrique de contact de quelques liquides avec des matériaux organiques et particulièrement la corrélation entre de tels phénomènes et certains procédés de stérilisation des eaux.

Cette très courte étude n'a la prétention d'être ni complète, ni définitive. On pourra seulement y trouver quelques éléments, permettant d'analyser des phénomènes encore mal connus à l'heure actuelle.

Les potentiels de contact entre divers corps dépendent à la fois des caractéristiques chimiques des corps en contact et des conditions physiques concomitantes.

Dans cette étude, nous avons envisagé tout particulièrement les phénomènes de potentiel de contact :

- I. — dans leurs rapports avec la nutrition des végétaux.
 - II. — dans leurs rapports avec la stérilisation de l'eau.
-

CHAPITRE PREMIER

Les cellules végétales, de même que les cellules de tous les êtres vivants, peuvent être figurées très simplement comme étant constituées par un milieu qui leur est propre : le milieu intérieur, et un deuxième milieu, celui qui les entoure : le milieu extérieur, avec lequel elles sont en rapports constants. Des échanges continuels entre ces deux milieux sont à la base même de la vie. Et pour que ces échanges soient possibles, on sait que ces deux milieux doivent avoir des états électriques différents.

Si nous mettons en contact, d'une part, une première électrode avec une plante vivante, d'autre part une deuxième électrode avec la terre qui entoure cette même plante, et ces deux électrodes avec un galvanomètre suffisamment sensible, nous pourrions objectiver l'existence d'un courant électrique. Or, nous avons constaté que les plantes, à l'état vivant, sont toujours électriquement négatives par rapport au milieu extérieur aux dépens duquel elles se développent.

Modifions la nutrition d'un iris, par exemple, en arrosant ses racines avec de l'acide sulfurique. Dès le cinquième jour, sans que l'aspect de la plante en soit pour cela changé, la réaction électrique est devenue sensiblement plus faible. En quelques jours, la plante

va se dessécher, tandis que parallèlement diminue la réaction électrique jusqu'à devenir nulle.

Nous avons même observé, au niveau de feuilles extérieures de l'iris, en des points qui commençaient à se dessécher, des réactions inversées : c'est-à-dire électro-positives, alors que l'ensemble de la plante, encore vert, était toujours électro-négatif.

C'est cette différence de potentiel électrique, entre le milieu intérieur et le milieu extérieur des cellules végétales, qui représente ce que M. le professeur J.-L. PECH appelle « l'Indice de Nutrition ». La nutrition se ferait par suite des signes électriques opposés des deux milieux en présence et se mesurerait par la différence de potentiel existant entre eux.

Pour la même raison, la germination des végétaux va se trouver modifiée suivant l'état électrique de leur milieu extérieur. Plaçons, à cet effet, des haricots et des pommes de terre dans trois milieux différents, chimiquement et électriquement. Ces milieux sont constitués par :

— de l'eau de Montpellier pour le premier : sa réaction électrique est très faiblement positive, la plante ayant un signe négatif.

— cette même eau contenant en plus III gouttes d'eau de Javel par litre pour le deuxième : sa réaction est très fortement positive, la plante ayant un signe négatif.

— de l'eau de Montpellier avec XXX gouttes de potasse par litre pour le troisième : sa réaction électrique est négative, comme celle de la plante elle-même.

Dans ce dernier milieu, où il n'était possible d'observer aucune différence de potentiel sensible par rapport à la plante, puisqu'ils avaient tous les deux le même signe, rien n'a poussé.

Pour les deux autres milieux, c'est dans l'eau de Mont-

pellier que les germes ont apparu les premiers, qu'ils ont été les plus nombreux, qu'ils ont grandi le plus rapidement. C'est là que la nutrition a été la meilleure. Dans l'eau contenant de l'eau de Javel, la différence de potentiel était beaucoup plus élevée, les échanges étaient trop intenses.

Mais on pourrait nous objecter que l'eau de Javel ou la potasse, même à très faibles doses, sont toxiques pour les végétaux et tuent les germes. Aussi avons-nous semencé des haricots dans un quatrième milieu, contenant à la fois de l'eau de Javel et de la potasse dans des proportions identiques à celles où ces corps avaient été employés au cours des recherches précédentes.

La réaction électrique de ce milieu a été la même que celle de l'eau de Montpellier. La germination, à son tour, s'est effectuée dans les mêmes conditions et dès le troisième jour, quelques germes ont apparu comme il avait été observé avec l'eau de Montpellier.

D'après ces résultats, il semble bien que la présence des substances chimiques n'ayant pas modifié l'état électrique du milieu, la nutrition n'ait pas été troublée.

CHAPITRE II

Une méthode analogue nous a permis de mesurer les différences de potentiel électrique de contact de quelques liquides, en vue de l'étude de certains procédés de stérilisation de l'eau.

Dans l'eau, les échanges vont se faire entre les microbes d'une part, et le milieu extérieur d'autre part, ce dernier étant représenté par l'eau elle-même. Il faudra à ces microorganismes, en supposant comparable leur nutrition à celle des végétaux, pour vivre et se développer, une charge électrique différente de celle de leur milieu extérieur. En conséquence, si l'on parvient, en modifiant l'état électrique de l'eau, à modifier les échanges entre l'eau et les microbes, ceux-ci vont avoir leur nutrition profondément troublée.

Nous avons étudié l'état électrique des liquides, non par rapport aux microbes eux-mêmes, mais par rapport aux albumines humaines, suivant le procédé décrit, à propos de l'étude des eaux minérales, par M. le professeur J.-L. PECH (1).

(1) J.-L. PECH. — Quelques recherches sur les eaux minérales françaises. *An. de la Soc. d'Hydrologie et de Climatologie médicales de Paris*, t. LXVIII, année 1926-27, p. 144-163.

J.-L. PECH. — L'Indice de nutrition des eaux minérales étudié sur les eaux en bouteille et au griffon. *Bull. de la Soc. d'Encour. pour l'ind. nat.*, juillet-août-septembre 1933.

Ainsi, nous avons pu classer les liquides en trois catégories :

Ceux qui, mis en contact avec des tissus humains, sont positifs ; ceux qui, dans les mêmes conditions, sont soit négatifs, soit neutres.

Ce sont les eaux neutres, en de telles conditions, qui semblent les plus favorables au développement des germes. En effet :

1° l'ensemencement sur gélatine, suivant la technique courante, de l'eau de puits présentant une telle réaction,

« Comment étudier l'indice de nutrition entre un être humain vivant et une eau minérale en contact avec lui ?

« Pour cela, il faut disposer d'un galvanomètre polarisé sensible au centième de microampère sous un cinquantième de millivolt environ.

« J'ai utilisé successivement : le galvanomètre à corde de Boullite, des microampèremètres divers construits par : Hartmann et Braun ; Chauvin et Arnoux, la Société des compteurs. De préférence, j'ai utilisé un microampèremètre à lecture directe réalisé par la Société des compteurs, très robuste et très sensible.

« On relie le galvanomètre, d'une part au corps du sujet, d'autre part à l'eau minérale en contact avec lui, et il suffit de lire sur le galvanomètre le sens et l'intensité du courant qui le traverse, à condition que les contacts avec l'eau et le sujet soient assurés par des électrodes impolarisables.

« Les meilleures électrodes impolarisables sont, à mon avis, deux fils de platine pur, l'un plongeant dans l'eau à étudier, l'autre mis en contact avec le corps du sujet au moyen d'une solution de chlorure de sodium à 9 pour 1.000 dans l'eau distillée. Le contact est assuré, soit en plongeant le fil de platine et un doigt du sujet dans un récipient en verre contenant la solution de chlorure de sodium, soit en appliquant le fil de platine sur la peau du sujet au moyen de bandes de gaze et de coton hydrophile imbibés de la solution de chlorure de sodium.

« Seule, la mesure directe de la différence de potentiel entre un être vivant et une eau minérale en contact avec lui constitue, à mon avis, une mesure d'indice de nutrition. J'écarte systématiquement les procédés utilisant des systèmes électriques de compensation qui s'accompagnent inévitablement d'électrolyse et d'électrophorèse parasites au niveau du contact ».

nous a donné, par centimètre cube d'eau, 2.000 germes en moyenne ;

2° l'ensemencement sur gélatine de l'eau de Montpellier, qui, malgré la chloration, nous a donné, au cours de multiples recherches échelonnées sur plus de trente jours, une réaction allant de la neutralité à faiblement positif, a montré, dans un centimètre cube de cette eau, de 1.000 à 1.800 germes.

Ayant constaté qu'une très faible quantité d'eau de Javel suffisait à modifier complètement le signe électrique des eaux précédemment étudiées (II gouttes d'eau de Javel par litre d'eau), nous avonsensemencé sur gélatine ces mêmes eaux rendues électro-positives grâce à ce produit. La numération des germes a donné, par centimètre cube, de 30 à 80 germes.

Dans une troisième série d'expériences, nous avons voulu ramener à la neutralité électrique ces eaux contenant la même quantité d'eau de Javel que dans les recherches précédentes. Pour cela faire, il suffit d'y ajouter de la potasse : XXX gouttes par litre d'eau.

Ces mêmes eaux, dans lesquelles on avait ajouté en même temps l'eau de Javel et la potasse, électriquement neutres, ayant été ensemencées sur gélatine, nous avons numéré successivement pour un centimètre cube : 1.200, 1.000, 260, 1.150, 900 germes.

Il nous a donc été possible de voir se développer des microbes en nombre important, malgré la présence de la même quantité de chlore qui les avait détruits presque complètement lorsque ce produit avait agi seul.

Il fallait également rechercher si les doses très faibles de certains produits chimiques, qui suffisent à la stérilisation de l'eau dans les conditions ordinaires, sont capables de changer l'état électrique de l'eau.

Parmi les produits chimiques, trois nous ont semblé

être le plus fréquemment utilisés, ce sont : l'eau de Javel, la teinture d'iode, le permanganate de potasse.

Nous avons pu constater que pour modifier l'état électrique d'une eau, il fallait :

— pour l'eau de Javel I goutte pour 800 cm³ d'eau : ce qui correspond à 2 mmgr. de chlore libre par litre d'eau.

— pour la teinture d'iode V gouttes par litre.

— pour une solution de permanganate de potasse à 0,4 pour 1000 : XL gouttes par litre, ce qui donne 0 mmgr. 8 de permanganate.

Or ce sont bien là les proportions employées d'une façon courante.

Nous avons mêmeensemencé sur gélatine de l'eau traitée avec de la teinture d'iode, mais avec des proportions différentes. Dans un cas on avait mis V gouttes de ce produit par litre d'eau, la réaction électrique était franchement positive. Il y eût dans un centimètre cube d'eau : 130 germes environ.

Dans un deuxième cas, la même eau ne contenant que I goutte de teinture d'iode au litre, sa réaction électrique ne se trouvait pas modifiée, elle était toujours au voisinage de la neutralité. Les germes, dans un centimètre cube, furent au nombre de 850 environ.

Il existe encore un procédé de stérilisation de l'eau, c'est celui dans lequel on utilise les métaux : cuivre, or, argent (thèse de RAULIN en 1870).

Tout récemment M. le professeur LISBONNE et R. SEIGNEURIN ont obtenu le même résultat avec le mercure (1).

(1) M. LISBONNE et R. SEIGNEURIN. — Action bactéricide du mercure. *Extrait des comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. CCII, p. 629, séance du 13 janvier 1936.

M. LISBONNE et R. SEIGNEURIN. — Action bactéricide du mercure

Des eaux diverses contenant 10.000 Bactérium Coli au litre et beaucoup plus « se montrent stériles quelques heures après qu'on les a abandonnées à la température du laboratoire, en présence de mercure sous sa forme métal ».

Ils ont eu des résultats identiques avec de l'eau, en écoulement continu, traversant du mercure : l'eau contenant, à l'entrée, souvent plus de 50.000 Bactérium Coli au litre, n'en contient aucun à la sortie.

Or le mercure ne passe pas dans l'eau en quantité mesurable. Nous avons alors recherché la charge électrique du mercure par rapport à l'eau. Le mercure donne une réaction fortement positive.

Suivant les données de M. le professeur J. L. PECH, la différence de potentiel élevée, existant entre les métaux et les microbes, ferait que ces derniers seraient happés, viendraient se coller sur le métal où ils seraient immédiatement détruits par les sels formés à leur contact.

Ceci pourrait expliquer ce qui a été noté par M. LISBONNE, que « la vitesse de stérilisation dépend de la quantité de surface de mercure utilisé ».

MM. LISBONNE et SEIGNEURIN ont également observé que le pouvoir bactéricide de l'eau en contact avec le mercure est d'autant plus élevé que cette eau est plus souillée. Dans ce cas, ce sont les réactions entre le mercure et les microbes en contact qui accentuent les phénomènes ci-dessus signalés.

sur le Bactérium Coli dans l'eau en écoulement continu. *Extrait des comptes rendus des sciences de la Société de biologie, séance du 2 mai 1936, tome CXXII, année 1936.*

CONCLUSIONS

D'après les quelques faits expérimentaux que nous avons pu relater, il nous semble possible de conclure :

Que la nutrition des éléments vivants dépend de l'état électrique du milieu extérieur et qu'elle en suit les variations.

Que c'est bien la différence de potentiel électrique de contact entre ces éléments vivants et leur milieu extérieur qui mesure le mieux « l'Indice de Nutrition ».

Que la stérilisation de l'eau ne serait qu'un cas particulier de ces phénomènes biologiques : les agents chimiques n'intervenant que pour modifier l'état électrique du milieu extérieur aux dépens duquel vivent les microbes.

Vu : Le Doyen de la Faculté,
Montpellier, le 12 mars 1937.

J. EUZIÈRE.

Vu et permis d'imprimer :

Montpellier, le 13 mars 1937.

Pour le Recteur :

Le Doyen délégué,

ASTRUC.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque !
